

PCT

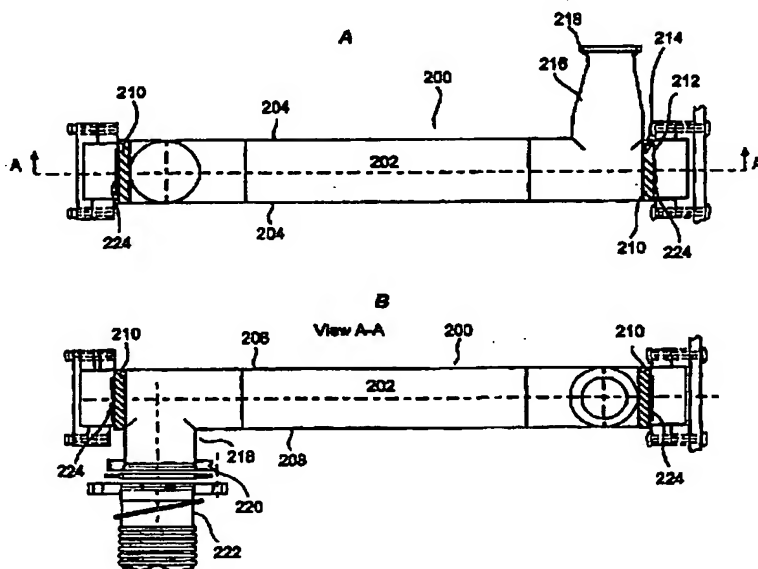
WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION
International Bureau



INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

<p>(51) International Patent Classification ⁶ : G01N 21/15, 21/03</p>	<p>A1</p>	<p>(11) International Publication Number: WO 99/02969 (43) International Publication Date: 21 January 1999 (21.01.99)</p>
<p>(21) International Application Number: PCT/US98/12237 (22) International Filing Date: 18 June 1998 (18.06.98) (30) Priority Data: 08/890,928 10 July 1997 (10.07.97) US (71) Applicants: L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE [FR/FR]; 75, quai d'Orsay, P-75321 Paris Cedex 07 (FR). AMERICAN AIR LIQUIDE, INC. [US/US]; Suite 350, 2121 N. California Boulevard, Walnut Creek, CA 94596-8038 (US). (72) Inventors: INMAN, Ronald, S.; 8714 W. 45th Place, Lyons, IL 60534 (US). McANDREW, James, J., F.; 15425 Purley Court, Lockport, IL 60441 (US). (74) Agents: GESS, Joseph, E. et al.; Burns, Doane, Swecker & Mathis, L.L.P., P.O. Box 1404, Alexandria, VA 22313-1404 (US).</p>		<p>(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Published With international search report.</p>

(54) Title: IN-LINE CELL FOR ABSORPTION SPECTROSCOPY



(57) Abstract

Provided is a novel in-line cell useful in absorption spectroscopy. The cell includes a sample region, a light entry port and a light exit port being the same or separate ports. Each port is in communication with the sample region and contains a light transmissive window. A mirror having a light reflective surface faces the sample region, and a heater effective to heat the light reflective surface is provided. The cell can be used to determine the concentration of molecular gas impurities in a sample. Particular applicability is found in semiconductor processing.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2001-509595
(P2001-509595A)

(43) 公表日 平成13年7月24日 (2001.7.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 N 21/15		G 0 1 N 21/15	2 G 0 5 7
21/03		21/03	Z

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2000-502401 (P2000-502401)
 (86) (22) 出願日 平成10年6月18日 (1998.6.18)
 (85) 翻訳文提出日 平成12年1月7日 (2000.1.7)
 (86) 国際出願番号 P C T / U S 9 8 / 1 2 2 3 7
 (87) 国際公開番号 W O 9 9 / 0 2 9 6 9
 (87) 国際公開日 平成11年1月21日 (1999.1.21)
 (31) 優先権主張番号 0 8 / 8 9 0 , 9 2 8
 (32) 優先日 平成9年7月10日 (1997.7.10)
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)

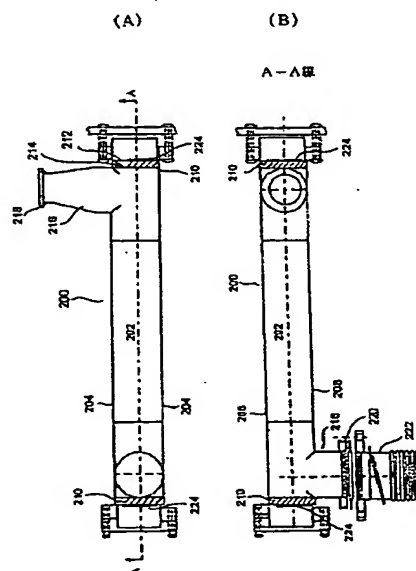
(71) 出願人 レール・リキード・ソシエテ・アノニム・
 プール・レテュード・エ・レクスプロワタ
 シオン・デ・プロセデ・ジョルジュ・クロ
 ード
 フランス国、75321 パリ・セデクス 07、
 カイ・ドルセイ 75
 (72) 発明者 インマン、ロナルド・エス
 アメリカ合衆国、イリノイ州 60534 リ
 ヨンズ、ダブリュ・フォーティーフィフ
 ス・プレイス 8714
 (74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 吸収分光のためのインラインセル

(57) 【要約】

吸収分光に有用な新規インラインセルが、提供されている。このセルは、試料領域と光入射口と光出射口とを有し、これらの口は、同一もしくは分けられた口である。各口は、試料領域に連通しており、光透過窓を有する。光反射表面を有するミラーは、試料領域に向いている。そして、この光反射表面を効果的に加熱するヒーターが備わる。前記セルは、試料の分子ガス不純物の濃度を測定するように使用され得る。特別な適用としては、半導体プロセッシングにおいて見られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料領域と、各々が、この試料領域に連通しておりかつ光透過窓を有し、同一もしくは分かれている光入射口及び光出射口と、前記試料領域に向いている光反射表面を有するミラーと、このミラーの光反射表面を効率的に加熱するヒーターとを具備する吸収分光に有用であるインラインセル。

【請求項2】 前記ヒーターは、前記セルの外側に配置されている、請求項1に記載のインラインセル。

【請求項3】 前記ヒーターは、前記ミラーの背面に直接接触している、請求項1に記載のインラインセル。

【請求項4】 前記ヒーターより前記ミラーへの経路の熱抵抗が、前記ヒーターより試料セルのその他の表面への経路の熱抵抗より小さい、請求項1に記載のインラインセル。

【請求項5】 前記ヒーターは、抵抗型ヒーターである、請求項1に記載のインラインセル。

【請求項6】 前記セルは、マルチパスセルである、請求項1に記載のインラインセル。

【請求項7】 前記ミラーに接するようなパージガス流を効果的に導くパージガス注入口をさらに具備する、請求項1に記載のインラインセル。

【請求項8】 各光透過窓を加熱するためのヒーターをさらに具備する、請求項1に記載のインラインセル。

【請求項9】 前記光入射口の前記光透過窓は、入射光線に対して垂直よりずれている、請求項1に記載のインラインセル。

【請求項10】 前記光反射表面は、セルの壁に組み込まれている、請求項1に記載のインラインセル。

【請求項11】 試料領域と、各々が、この試料領域に連通しておりかつ光透過窓を有し、同一もしくは分かれている光入射口及び光出射口と、前記試料領域に向いている光反射表面を有するミラーと、このミラーの光反射表面を効率的に加熱するヒーターと、

前記光入射口を通過して前記セルに入射する光線が発生するための光源と、前

記光出射口を通過して前記セルより出射する前記光線を測定するための主検出器と、

を具備する吸収分光測定を遂行するためのシステム。

【請求項12】 前記ヒーターは、前記セルの外側に配置されている、請求項11に記載のシステム。

【請求項13】 前記ヒーターは、前記ミラーの背面に直接接触している、請求項11に記載のシステム。

【請求項14】 前記ヒーターより前記ミラーへの経路の熱抵抗が、前記ヒーターより前記試料セルのその他の表面への経路の熱抵抗より小さい、請求項11に記載のシステム。

【請求項15】 前記ヒーターは、抵抗型ヒーター、自己調節型ヒーター、加熱ランプ、インダクティブヒーター、及び、加熱流体からなる群より選択されている、請求項11に記載のシステム。

【請求項16】 前記ミラーに接するようなパージガス流を効果的に導くパージガス注入口をさらに有する、請求項11に記載のシステム。

【請求項17】 各光透過窓を加熱するためのヒーターをさらに有する、請求項11に記載のシステム。

【請求項18】 前記光入射口の前記光透過窓は、入射光線に対して垂直よりずれている、請求項11に記載のシステム。

【請求項19】 前記セルは、真空チャンバーと真空ポンプとの間に設置され、これらと連通する、請求項11に記載のシステム。

【請求項20】 排気するための真空ポンプと連通する真空チャンバーと、前記真空チャンバーと前記真空ポンプとの間に設置され、これらと連通しており、試料領域と、各々が、この試料領域に連通しておりかつ光透過窓を備え、同一もしくは分かれている光入射口及び光出射口と、前記試料領域に向いている光反射表面を備えるミラーと、このミラーの光反射表面を効率的に加熱するヒーターとを有するインラインセルと、

前記光入射口を通過させて前記セルに光線を送るための光源と、前記光出射口を通過して前記セルより出射する前記光線を測定するための主検出器と、

を具備する半導体プロセッシング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、吸収分光において有用な新規インラインセルに関する。また、本発明は、試料の吸収分光測定を遂行するためのシステム、及び、新規インラインセルを有する半導体プロセス装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体集積回路（ICs）は、一連のプロセスにより製造され、これらの多くは、ガス材料の使用を含んでいる。このようなプロセスに含まれるものとしては、エッチング、拡散、化学蒸着（CVD）、イオン注入、スパッタリング、及び、ラピッドサーマルプロセッシングがある。

【0003】

これらのプロセスで使用される多くのガスは、非常に反応性が高く、これらが衝突する表面にて堆積物を形成し易い。インライン分光センサーが、このような激しいガス体の中でプロセスをモニターするように使用される場合、プロセスガスによる堆積物は、センサーの様々な表面に形成し易い。結果として、センサーのパフォーマンスを低下させる。

【0004】

吸収分光による気体相分子種の検出感度は、一定の圧力と濃度下とで、試料を通過する光路の長さが、増加するにつれて、増加する。検出器に到達する光の強度は、ベールの法則により、以下のように与えられる。

$$I = I_0 \cdot \exp(-\alpha l c P)$$

ここで、 I_0 は、入射する照射の強度、 α は、吸光係数、 l は、試料を通過する経路長、 c は、試料の不純物の（体積）濃度、 P は、試料の全圧力である。小さい吸収に対しては、光の吸収される量は、

$$I - I_0 = \alpha l c P$$

で与えられる。

l を大きくするために、光源と検出器とを大きく離間して配置することは、実用

性のないことが多い。従って、光が、ミラーにより複数回試料を通過するように前後に反射されるような、折り返された光路が、しばしば使用される。

【0005】

波長可変ダイオードレーザー吸収分光(TDLAS)には、多くの場合、ヘリオットデザインが好ましい。図1に示されているように、ヘリオットセル100は、通常シリンドリカルガスサンプルセル104の両端に設置された2つの曲面ミラー102を用いている。Blakkannの米国特許第3,524,066号と、Tei11らの米国特許第5,173,749号とのように、簡単なマルチパスアレンジメントが、しばしば用いられる。この出願の内容は、参考文献により本出願に組み入れられ得る。多面体マルチパスセルは、1996年9月10日出願の同時係属出願第08/711,504号において、本発明の発明者により説明されている。この出願の内容は、参考文献により本出願に組み入れられ得る。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記のマルチパスセルでは、ミラーの反射表面に形成される堆積物は、これらの反射率を低下させ得、このため、多数回反射した後に検出器に到達する光の強度を低下させ得る。この強度の低下は、測定感度を低下させ、ついには、全くセンサーが機能しない状態に行き着くこともあり得る。

【0007】

複数のミラーへの堆積物は、センサーの解体と機械的なこれら1つ以上のミラーのクリーニングとにより取り除くことができる。しかし、このようなメンテナンスは、不便で高価である。従って、これらを回避することが望まれている。

【0008】

半導体プロセッシング産業の要求に応じる、かつ、関連技術の欠点を除去するために、本発明の目的は、吸収分光に有用な新規インラインセルを提供することである。このインラインセルは、例えば、試料中の気体相分子の不純物の濃度を精度良くかつ感度良く測定するように使用され得る、精度が高くその場所での吸収分光測定を可能にする。メジャーメントセル内のミラーの反射表面に堆積物が形成することに関する問題は、本発明のセルにより回避され、また、際立って改

善される。

【0009】

本発明のもう1つの目的は、本発明のインラインセルを有する吸収分光システムを提供することである。

【0010】

本発明のさらにもう1つの目的は、その場所での測定を遂行するための吸収分光システムを有する半導体プロセッシング装置を提供することである。

【0011】

本発明のその他の目的と態様とは、明細書と、これに添付された図面と請求項とを見ることにより、この技術に普通に熟達したものにとっては明確となるであろう。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様によれば、吸収分光に有用な新規インラインセルが提供される。このインラインセルは、試料領域と光入射口と光出射口とを有する。この光入射口と光出射口とは、同一の口もしくは分かれた口であっても良い。各口は、試料領域と連通しており、光透過窓を有する。光反射表面を有するミラーは、試料領域に向いていて、光反射表面を効率的に加熱するヒーターが設けられている。

【0013】

前記インラインセルは、例えば、メタン、蒸気（水蒸気）、及び、二酸化炭素を例とするような気体相分子不純物の濃度を精度良くかつ感度良く測定することに有用である、精度が高くその場所での吸収分光測定を可能にする。特に、セルの光反射表面を非堆積状態に維持することができる。

【0014】

本発明のもう一つの態様によれば、分光吸収測定を遂行するためのシステムが提案されている。このシステムは、本発明の第1の態様に関して上述のインラインセルを有する。さらに、この本発明のシステムは、光入射口を通過してセルに至る光線が発生する光源と、光出射口を通過してセルから出射する光線を測定す

るための主検出器とを有する。

【0015】

本発明の第3の態様によれば、半導体プロセッシング装置が提案されている。この装置は、排気をするための真空ポンプに連通する真空チャンバーと、上述の本発明の吸収分光測定システムとを有する。

【0016】

【発明の実施の形態】

図2の(A)は、本発明の一態様に係わる吸収分光に有用な典型的なインラインセルの上断面図を示しており、図2の(B)は、図2の(A)のA-A線に沿って切断された縦断面図を示している。典型的なセルは、マルチパスセルのヘリオット型に関するものであるが、以下で説明する本発明の概念は、これに限定するようなものではなく、かつ、セルの他の方式に容易に応用することができることは、明確である。

【0017】

インラインセル200は、側壁204と上壁206と底壁208とにより囲まれた試料領域202を有する。ミラー210が、このセルの両端に夫々設置され、前記試料領域に向けた光反射表面を備えている。これらの光反射表面は、好ましくは、研磨された金属でできている。これらの表面に関して高い反射率が望まれるので、これらの反射率を高めるために、この表面は、金、その他の金属層、もしくは高反射率誘電体コーティングのような反射材料の1つ以上の層がコーティングされ得る。

【0018】

さらに、前記セルは、光線の入射と出射とを可能にする、光入射口212を有する。この典型的な実施の形態では、光線がセルに対して入射と出射とをする単一の口を示しているが、複数の口の構造もまた考えられる。かくして、光線は、セルの同一のもしくは異なる口を通過して、セルに入射及びセルから出射でき、かつ、複数の光入射口もしくは光出射口を通過して、セルに入射並びに／もしくはセルから出射できる。さらに、これらの口は、セルの同じ側もしくは異なる側に設置され得る。

【0019】

前記光入出射口212は、光線が、試料領域に入射及び試料領域から出射することを可能にする光透過窓214を有する。この窓のための適切な光透過材料が知られていて、例えば、これらは、アルミ酸化物、クォーツ、及びマグネシウムフッ化物を含む。前記ミラー210と光透過窓214とは、実質的に気密的にセルを密閉している。これは、低圧、即ち、半導体製造産業で用いられるような真空プロセッシング装置中でのその場所での測定を可能にする程度の真空状態でのガス試料の測定を可能にする。

【0020】

この典型的なセルにおいて示されたように、光入出射口212と光透過窓214とは、前記ミラーとともに組み入れられ得る。このような構造を用いれば、セルのサイズを最小にできる。勿論、入射口並びに／もしくは出射口とは別の窓を設けることができる。

【0021】

光透過窓214には、光線の一部を反射するために、試料領域に向いた表面に対向する表面にコーティング層が付加的に設けられ得る。光線の反射された部分に由来する信号を透過した部分の信号から差し引くことは、結果的に、その他の可能なものに比べて、より精度の高い吸収測定につながり得る。商業的に有効なコーティング材料の中で、金属コーティングが望ましい。

【0022】

この典型的な実施の形態において示されているように、光透過窓214は、入射光線に関して垂直であるところからある角度、プリユスター角が望ましい、で、オフセットをもって設置され得る。このように窓をオフセットをもって設置することにより、光線の反射部分により引き起こされるコヒーレントな干渉を抑制することができる。結果として、非常に高精度の測定を達成することが可能である。

【0023】

さらに、このようなオフセットは、上述した選択することができるコーティング層が目的とすることと同じことに有効である得る。即ち、光線の反射部分は、

バックグラウンドノイズに由来する信号を取り除くことにより、より精度の高い測定を達成することに用いられ得る。

【0024】

さらに、この典型的なインラインセルは、測定される試料源への接続のために、試料注入口216と縁部218とを有する。この試料注入口216は、例えば、装置の排気部にて分子ガス種の濃度を測定するような、その場所での測定を遂行するために、半導体プロセッシング装置からの排気ラインに有効に接続され得る。

【0025】

ガス試料は、試料注入口216から試料領域202へセルを通過し、排気口218を通過してセルから逃げる。この排気口は、適切な真空ポンプに接続され得る。このポンプとの接続は、縁部220とフレキシブルホース222とを用いてなされ得る。

【0026】

吸収の信号が、光反射表面に形成された堆積物により引き起こされるといった負の効果を最小にするために、ミラーの光反射表面を加熱する1つ以上のヒーター244が、設けられている。このヒーターは、このミラーの光反射表面の温度を約50°ないし150°に、好ましくは、約70°ないし100°に上昇することができる。尚、最適な温度は、プロセスに依存する。

【0027】

適切なヒーターとしては、抵抗型ヒーター、ヒートトレースのような自立調節型ヒーター、加熱ランプ、インダクティブヒーター、及び、自由に循環し得る、液体もしくは気体である加熱用の流体があるけれども、これらに限定されるものではない。

【0028】

セルは、ミラーが、分析されるガス体にさらされる、このセルの表面の近傍の温度より高い温度に維持され得るように構成されている。堆積物は、比較的低温の表面に形成する傾向があるので、堆積物が、試料領域に向いた、加熱されたミラー表面に形成することは、効果的に防止される。

【0029】

上述のミラーを加熱することは、セルの全体が加熱されている状態と比較されるべきである。この場合、セルの本体からミラーへの熱の移動は、進行が緩やかである。結果として、ミラーは、セルの壁面より比較的低温になり易くなるであろう。これにより、堆積物がミラーに集中することになる。

【0030】

本発明の目的を達成する特に有効な方法は、セルの外側に設置される1つ以上のヒーターとともに、セルの1つ以上の壁面に1つ以上のミラーを組み付けることによる。このことは、熱が、ミラーの背面に直接供給されることを可能にする。このようにすることで、ミラー表面をセルのその他の表面より比較的高温に維持するという目的を達成することができる。また、同時に、試料領域の活性の強い環境からヒーターを隔離するという目的を達成することができる。これは特に望まれる。なぜならば、直接試料領域にヒーターを設置することは、結果として衝突や、ヒーターに対するその他のダメージを生じることになるからである。

【0031】

この典型的なセルでは、ミラー210は、このセルの終端縁部に組み付けられている。このミラーは、実質的に気密的な密閉を保証するように、公知の方法で、所定の位置に固定され得る。しかしながら、セルの壁面へのミラーの組み付けは、この典型的な方法に限定されない。

【0032】

このミラー自体、もしくは、十分な熱伝導を発生させ、このミラーと良好な熱的接触をもつミラーマウントは、加熱要素に直接物理的に（熱的に）接触され得る。もしくは、これらは、ランプ型ヒーターの場合には良くあることだが、セルの外側に置かれた加熱要素に直接熱的に接触され得る。一般的に、ヒーターからミラーへの経路に関する熱抵抗が、この熱的な経路から試料セルの内側のその他の壁面（もしくは近くの領域のどこでも良い）への熱抵抗より小さい場合に限り、所望の結果は、達成され得る。

【0033】

上述のミラーヒーターに加えてさらに、ページガス流は、光反射表面に堆積物

が生じることをさらに防止するように、セルに導入されても良い。適切なパージガスとしては、窒素、アルゴンもしくはヘリウムのような不活性ガスがある。パージガスが加熱される場合、このことは、上述したミラーヒーターの目的に有効であろう。好ましくは、このような加熱されるガスは、光反射表面に集中したほうが良い。従って、このような加熱されるパージガス流は、光反射表面の堆積物を効果的に防止するように、これだけで、もしくは、上述したようなヒーターの他の型とともに使用され得る。加熱されないパージガス流では、光反射表面の近傍にガス流を集中することが望ましい。パージガス流を最小にすることにより、大容量ポンプを備える改良された真空システムの必要が、省かれるであろう。

【0034】

ミラーを加熱することに加えてさらに、光透過窓もまた、加熱されても良い。この典型的なセルでは、光透過窓214は、同じヒーター、もしくはこのミラーを加熱することに使用するものとは独立したヒーターを使用して加熱され得る。さらに、光反射表面に関して上述したようなパージガス流もまた、光透過窓に応用され得る。このような構成を使用することにより、堆積物が窓に形成することをさらに防止し得る。

【0035】

この典型的なインラインセルは、ヘリオットデザインであるけれども、本発明の概念は、容易に他の型のインラインセルに応用され得る。例えば、本発明の概念は、多角形マルチパスセルに応用され得る。または、前記ミラーと前記ヒーターとの構造に関しての上記の条件にあてはまるセルのどのような形態にも応用され得る。

【0036】

前記インラインセルは、これに入れられるガス体に適合する材料により構成されるべきである。このような材料は、この技術に習熟したものの知識の範囲内である。例えば、ステンレススチールの様々な形態が、測定する試料に接するセルの表面に用いられ得る。

【0037】

本発明のセルは、どのような吸収分光技術にでも用いられ得るが、好ましくは

、波長可変ダイオードレーザー吸収分光 (TDLAS) に用いられている。図3を参照して、このようなシステムは、図2の(A)及び図2の(B)に関して上述したようなインラインセルに加えてさらに、光透過窓304を通過してセルの試料領域に送られる光線を発生するための光源302、好ましくはダイオードレーザー、を有する。さらに、この光透過窓を通過してセルから出射する光線を測定するように、このシステムは、例えば、フォトダイオードであっても良い、主検出器306を有する。

【0038】

適切な光源の有効域に適合すれば、対象としているどのような分子不純物も検出できる。例えば、水蒸気、窒素酸化物、一酸化炭素、もしくは炭化水素は、不純物に固有の波長の光を放射するダイオードレーザーからの光の減衰を測定することにより検出され得る。対象としている分子が、最も強く吸収するスペクトル領域の光を放射するレーザー光源は、測定感度の改善につながる。特に、約2 μm より大きい波長で放射する光源が好ましい。なぜならば、対象としている多くの分子不純物は、この領域に強い吸収帯をもつからである。

【0039】

どのような適切な波長可変光源も使用することができる。現在有効な光源の中で、発光波長における、狭い線幅 (約 10^{-3} cm^{-1}) と比較的大きな強度 (約0.1ないし数ミリワット) との理由から、ダイオードレーザーが望ましい。

【0040】

ダイオードレーザーの例には、Pb塩とGaAs型ダイオードレーザーとがある。このPb塩型レーザーは、作動と赤外光 (即ち、3 μm より大きい波長) 放射とのために極低温を必要とする。一方、GaAs型ダイオードレーザーは、室温付近で作動し得、近赤外領域 (0.8~2 μm) にて放射可能である。

【0041】

最近では、GaAsに加えてSb (もしくはAsPのような、他の1対になったIII-V族の化合物) が、説明されている (1996年3月のLaser focus Worldの77ページに記載のR. Martinelliの "Mid-infrared wavelengths enhance trace

gas sensing” 参照)。これらのダイオードレーザーは、 -87.8°C で作動しながら、 $2\mu\text{m}$ より大きい波長の光を放射する。このような低温は利便性が良くないけれども、Pb塩型レーザーにより要求される極低温 (-170°C より小さい) と比較すれば好ましい。

【0042】

また、 $4\mu\text{m}$ 、 12°C での同様なレーザーの作動が、報告されている(1996年3月のLasers Optonics参照)。上述の型のダイオードレーザーは、好ましくは、少なくとも -40°C の温度で作動するであろう。このような温度で温度制御のためのサーモエレクトロニクスクーラーを使用することは、これらの光源を比較的低温のダイオードシステムよりそれほど複雑にしない。

【0043】

これらのレーザーの使用をより望ましくするならば、カレントレベル以上の光学特性の改善が重要である。例えば、シングルモードダイオード(即ち、一定温度での発光と駆動電流とが、単一波長でのものであり、他の波長での発光が、強度において少なくとも40dB小さいようなダイオード)が、有効であろう。

【0044】

本発明にて使用する適切な光源としては、上述のダイオードレーザーに限定されない。例えば、ファイバーレーザーと量子カスケードレーザーとのような、同様なサイズでありかつ簡単な電気的手段により波長可変である、その他の型のレーザーが考えられる。商業的に有効になるようなレーザーの使用が考えられる。

【0045】

このシステムは、さらに、光透過窓を通過してセルに入射する光源302からの光線310を反射するための少なくとも1つのミラー308と、セルを出射して主検出器に至る光線を反射するための少なくとも1つの補助的なミラー312, 314とを有する。

【0046】

ダイオードレーザー光源からの光は発散するので、このミラー308は、この光線をコリメートするために、好ましくは、曲面をもつ。さらに、ミラー314は、主検出器で平行光をフォーカスするために、好ましくは、曲面をもつ。

【0047】

光透過窓304から反射された光線318を測定するための、これもまたフォトダイオードであり得る、第2の検出器316、及び、この参照信号を主検出器により得られた測定から差し引くための手段は、このシステムに備えられてもよい。文献（例えば、1983年にAddison Wesley (London) に記載されたMoore, J. H. らの“Building Scientific Apparatus” 参照）に説明されているような構成における作動増幅器は、参照信号を差し引くための手段として働くことができる。

【0048】

前記反射された光は、試料領域の対象としている分子によるいかなる吸収も示さない。従って、これは、参照信号を提供する。この参照信号からセルを通過した光の信号（主検出器により測定される）を差し引くことにより、光源の変動が、補償され得る。また、このことは、システムチャンバー320内の分子による信号の変化に対する感度を向上することを可能にする。

【0049】

参照光線の差し引きを用いる「2重光線」技術は、公知であるけれども、これらは、例えば、唯一の機能が光線を分岐することであるような光学要素、のような用途限定のビームスプリッターを通常要求する。本発明によれば、前記チャンバーへの入射窓は、何ら付加的な構成要素を必要とせずにこの機能を備えることができる。この窓の反射光に対する透過光の比は、この窓に適切なコーティングを用いることにより変えることができる。

【0050】

本発明のシステムは、真空チャンバーから排気されるガスの中の分子種を検出することに特に適用される。このような場合、セルは、真空チャンバーと真空システムとの間の真空排気ラインに設置され得る。

【0051】

このシステムは、広い範囲の材料に対応する。例えば、この真空チャンバーには、プラズマもしくは非プラズマ状態にある可能性のある、特定の反応性、もしくは非反応性（不活性）ガス種を入れることができる。本発明のシステムに対応

している反応性ガスの例には、湿気のレベルを1000ppmより小さいと仮定して、 SiH_4 、 HCl 、及び Cl_2 がある。 O_2 、 N_2 、 Ar 及び H_2 のようなどんな不活性ガスも本発明のシステムに用いることができる。プラズマ環境にて本発明のシステムを使用する場合、好ましくは、このシステムは、窓とその他のセルの表面とへの堆積物の形成を最小にするために、プラズマのあるところから約6インチもしくはこれ以上離して設置される。

【0052】

上述の検出システムは、プラズマもしくは非プラズマガス体の中で、及び、不活性もしくは反応性ガスを用いて使用できるので、このシステムは、半導体プロセッシング装置内の水蒸気のような気体相分子種のモニタリングへの使用に特に良く適する。この半導体プロセッシング装置とともにこの検出システムを使用することは、気体相分子不純物のリアルタイムの、その場所でのモニタリングを可能にする。

【0053】

このシステムは、真空システムに用いられる、実質的にいかなる半導体プロセッシング装置にも容易に適用できる。このような装置の例としては、エッチング、拡散、化学蒸着(CVD)、イオン注入、スパッタリング、及び、ラピッドサーマルプロセッシング装置が含まれる。

【0054】

図4には、インラインセルと、上記に詳述の吸収分光測定を遂行するためのシステム401とを有する半導体プロセッシングシステム400が示されている。また、このシステムは、真空チャンバー402を有し、この内部には、半導体基板404が、基板支持部材406上に設置されている。1つ以上のガス注入口408が、各々ガスを真空チャンバーに導くために備えられる。

【0055】

この真空チャンバーは、この真空チャンバーの排気口410を通過させて排気を行う。プロセッシング装置からの全排気の一部もしくは全排気体積は、セル411に導入され得る。真空チャンバーを排気するための真空ポンプ412は、直接もしくは真空ラインを通してかのどちらか一方でこれに接続されている。ポン

プ排気ライン414は、もう1つのポンプにもしくは（示されない）ガス洗浄装置に接続され得るようなポンプ412に接続され得る。用いられる真空ポンプの例としては、機械式ロータリー及びブースターポンプ、拡散ポンプ、クライオジェニックポンプ、吸着ポンプ、及びターボモリキュラーポンプがある。

【0056】

さらに、真空ポンプと測定システムとは、真空チャンバーの下流に設置されているように示されているけれども、この技術に熟達しているものは、他の方針もまた可能であるということを容易に理解する。

【0057】

本発明は、これの特別な実施の形態について詳細に説明したが、後に請求するこの発明の精神と範囲とに反することなく、種々に変更と修正とをすることができることは、この技術に熟達したものにとっては明確であろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、ヘリオットデザインに係わる従来の吸収分光セルである。

【図2】

図2の（A）は、本発明の一態様に係るインラインセルの上断面図である。

図2の（B）は、本発明の一態様に係るインラインセルの縦断面図である。

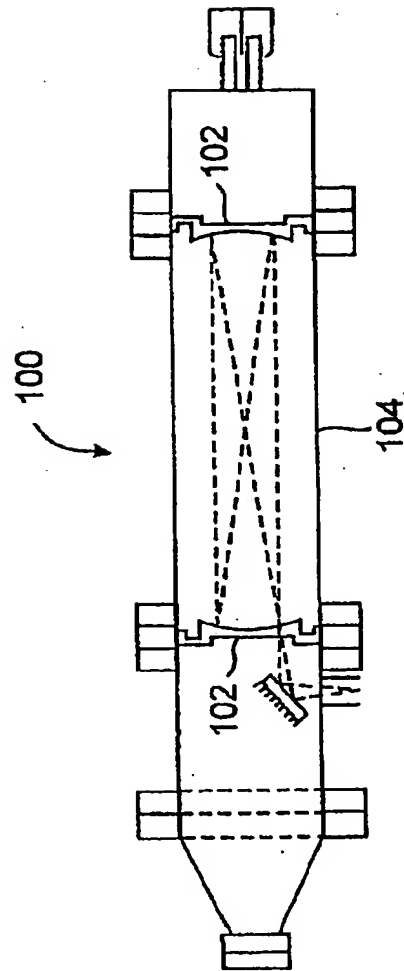
【図3】

図3は、本発明の一態様に係る吸収分光測定を遂行するためのシステムにおける光源から検出器に至る取り回しに関する図である。

【図4】

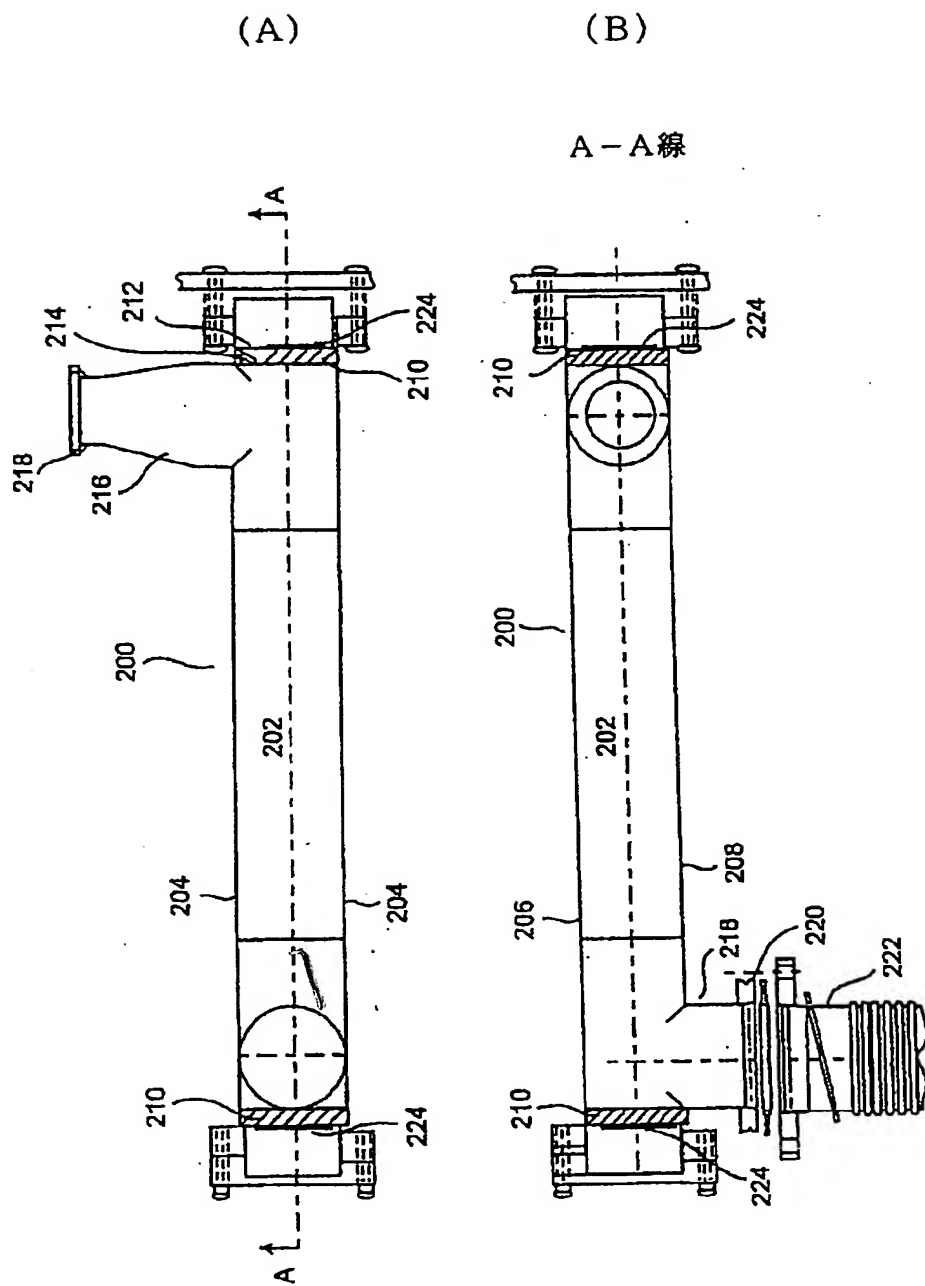
図4は、本発明に基づいた吸収分光測定を遂行するためのシステムを有する半導体プロセッシング装置の縦断面図である。

【図1】

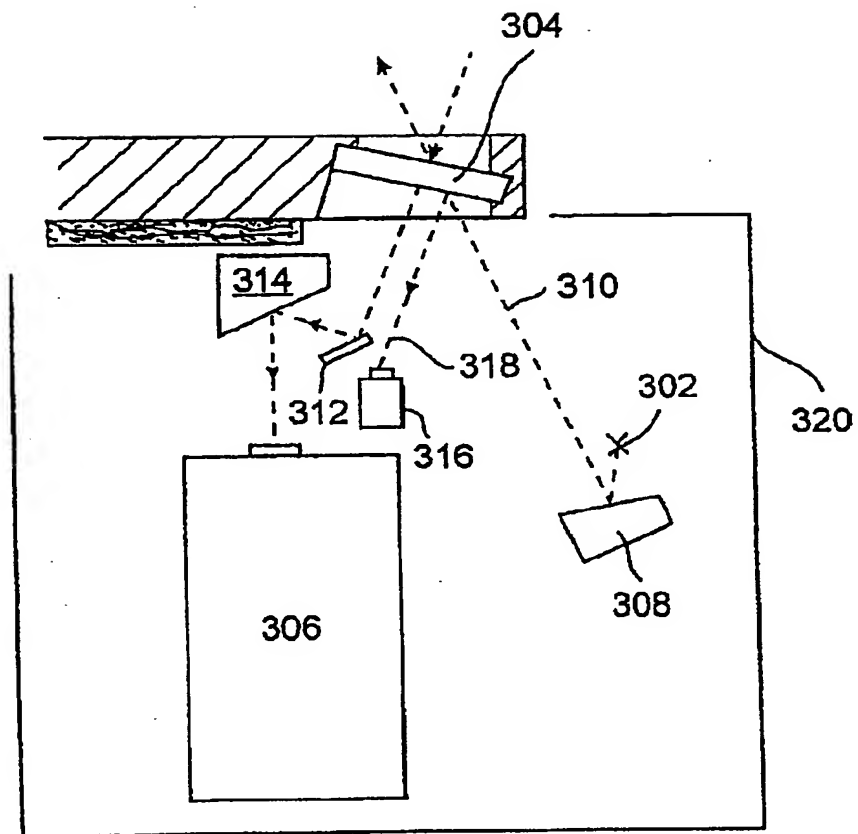


従来技術

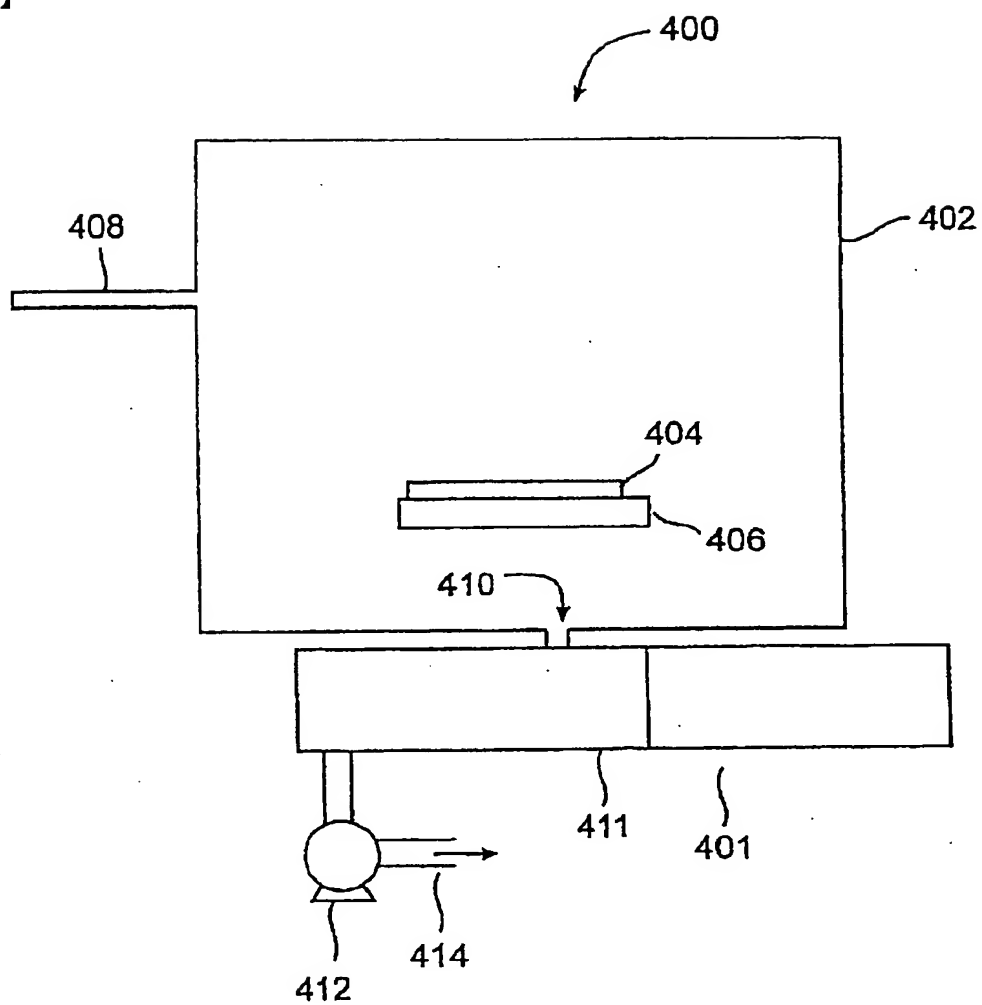
【図2】



【図3】



【図4】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/US 98/12237	
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G01N21/15 G01N21/03	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC	
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G01N	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages
X	EP 0 768 525 A (AIR LIQUIDE) 16 April 1997
Y	see abstract see column 7, line 38 - line 48 see column 8, line 19 - line 25 see column 10, line 46 - line 52 see claim 30 see figures 1,2 --- -/-
	Relevant to claim No. 1, 6, 9-11, 18-20 7, 8, 16, 17
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.	
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "S" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 August 1998	02/09/1998
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5816 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Verdoordt, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Int. Application No.
 PCT/US 98/12237

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 749 276 A (BRAGG SUSAN L ET AL) 7 June 1988 see abstract see column 3, line 9 - line 22 see column 4, line 13 - line 19 see column 4, line 27 - line 39 see column 5, line 52 - line 67 see figures 1,5	1-6, 11-15
Y	EP 0 456 202 A (APPLIED MATERIALS INC) 13 November 1991 see abstract see column 5, line 19 - line 36 see figure 3	7,16
Y	US 5 565 985 A (FISHKIN BORIS ET AL) 15 October 1996 see abstract see column 3, line 60 - column 4, line 1 see column 6, line 30 - line 36 see column 8, line 5 - line 8 see column 8, line 15 - line 17 see column 8, line 40 - line 43 see figure 3	8,17
X	EP 0 768 521 A (AIR LIQUIDE) 16 April 1997 cited in the application see abstract see column 5, line 31 - line 34 see figure 4A	1,11,20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 98/12237

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0768525 A	16-04-1997	CN 1176382 A	18-03-1998
		CN 1167914 A	17-12-1997
		CN 1152120 A	18-06-1997
		EP 0768523 A	16-04-1997
		EP 0768521 A	16-04-1997
		EP 0768524 A	16-04-1997
		JP 9222394 A	26-08-1997
		JP 9203707 A	05-08-1997
		JP 9222359 A	26-08-1997
		JP 9222392 A	26-08-1997
		SG 44976 A	19-12-1997
		SG 43422 A	17-10-1997
US 4749276 A	07-06-1988	NONE	
EP 0456202 A	13-11-1991	US 5083865 A	28-01-1992
		JP 6120149 A	28-04-1994
US 5565985 A	15-10-1996	US 5463460 A	31-10-1995
		EP 0633464 A	11-01-1995
		JP 7055687 A	03-03-1995
EP 0768521 A	16-04-1997	CN 1176382 A	18-03-1998
		CN 1167914 A	17-12-1997
		CN 1152120 A	18-06-1997
		EP 0768523 A	16-04-1997
		EP 0768524 A	16-04-1997
		EP 0768525 A	16-04-1997
		JP 9222394 A	26-08-1997
		JP 9203707 A	05-08-1997
		JP 9222359 A	26-08-1997
		JP 9222392 A	26-08-1997
		SG 44976 A	19-12-1997
		SG 43422 A	17-10-1997

フロントページの続き

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW

(72) 発明者 マクアンドリュウ、ジェイムズ・ジェイ・エフ

アメリカ合衆国、イリノイ州 60441 ロックポート、ピュアリー・コート 15425

Fターム(参考) 2G057 AA01 AB04 AB06 BA01 BA10
DA03 DB10 EA01